第 25 卷 第 4 期 昆 虫 学 报 Vol. 25, No. 4
1982 年 11 月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA Nov., 1982

松毛虫赤眼蜂对假卵不同内含物的产卵反应

巫之馨 钦俊德
(中国科学院动物研究所)

摘要 利用假卵测试了不同内含物对松毛虫赤眼蜂 (*Trichogramma dendrolimi*) 产卵的影响。结果表明在 20 种 L 型氨基酸中，只有亮氨酸、苯丙氨酸和异亮氨酸有促使产卵的效果，产入前二种氨基酸的卵量与产入柞蚕蛹血淋巴的卵量相似，后一种稍低于产入柞蚕蛹血淋巴的卵量。它们促使产卵的适宜浓度分别为 200, 400, 320 毫克/100 毫升，较高浓度时，赤眼蜂依然能产入相当数量的卵。另外供试的 17 种氨基酸除在组氨酸内产入极少量卵以外，均未见在其它氨基酸内产卵。将亮氨酸、苯丙氨酸和组氨酸混合使用时，促使产卵效果更好，它们混合的最佳浓度分别为 600, 400, 425 毫克/100 毫升，每假卵中的产卵量平均高达 878.7 粒，多于含血淋巴的假卵。

除氨基酸外，各种盐类 (NaCl, KCl, $MgSO_4$ 等)，糖类 (葡萄糖、蔗糖、果糖、海藻糖等)，混合有机酸，维生素均不促使产卵。在赤眼蜂人工培养中常用的成分如鸡胚提取液、牛奶、鸡蛋黄、牛血清、酵母液等促使产卵的效果很差，但与有促产卵效果的氨基酸混合时不降低后者的作用。基本培养液分别加入少量鸡胚提取液、牛奶或鸡蛋黄时，促使产卵的效果接近血淋巴。由于这样的培养液能使卵发育到幼虫，因而可用于大量蜂卵的收集。

假卵试验表明，赤眼蜂借产卵器上的感受器来识别假卵的内含物，触角对卵面探测所起的作用与产卵的关系很小。赤眼蜂可在大型假卵内产入大量卵，不受已产入卵的影响。但在小型假卵内的产卵是受影响的，这种差别可能是通过产卵器对卵内物质的感受而产生。

膜翅目寄生昆虫如何识别寄主并在其内产卵的问题一直受到人们的注意。现知有些寄生昆虫通过视觉、嗅觉或化学感觉来识别寄主 (Arther 1966, Vinson et al. 1965, Corbet 1971)。另一些则通过产卵器刺入寄主后的感觉来决定是否产卵 (Salt 1937, Wylie 1965, 1974)。 Salt (1935) 首先观察到赤眼蜂 (*Trichogramma*) 有试图在玻璃珠、水银珠和植物种子上产卵的行为。Salt (1937), Klomp (1978, 1980) 探讨赤眼蜂在天然寄主卵内如何避免过寄生的现象。Lewis 等 (1972) 发现美洲棉铃虫 (*Heliothis zea*) 成虫鳞毛的已烷提取物有刺激广赤眼蜂产卵的作用，后经鉴定有效成分是一种 22-25 碳的直链烷烃。它们在寄主卵外可被赤眼蜂感知。但产卵器对卵内化学成份的感觉作用尚缺少研究。自 Hagen 和 Tasen (1965) 发现赤眼蜂能在假卵中产卵以后，Rajendram 和 Hagen (1974) 首先测定了 *T. californicum* 对假卵内含物某些成分的产卵反应，发现雌蜂不产卵于蒸馏水中，但能在 Grace 昆虫组织培养液和生理盐水中产卵。其后他又证实当生理盐水中加入 RNA 和水解酪蛋白后产卵效果有所提高 (Rajendram, 1978)。然而这些工作并未说明促使赤眼蜂在假卵内产卵的全部化学物质的种类和性质。由于赤眼蜂人工卵研究的需要，近年来我们研究了引起赤眼蜂产卵的理化基础，研制出数种能促使赤眼蜂正常产卵的

本文于 1981 年 7 月收到。
安徽省阜南县赤眼蜂研究所李恒明、刘德明、张志品、李同修、杨瑞祥参加部分工作。

溶液，本文报道其结果。

材 料 和 方 法

蜂种　松毛虫赤眼蜂（*T. dendrolimi*）采自北京郊区，室内以柞蚕（*Antheraea pernyi*）卵进行繁殖。

血淋巴　柞蚕蛹经 60℃ 水浴 6 分钟以防血淋巴黑化。自头部打开缺口，轻轻挤压，便可获得清洁的血淋巴。

鸡胚提取液、牛血清、牛奶液、蛋白胨液、酵母提取液、混合糖液、麦芽制品液的配制方法和浓度见巫之馨等（1982）。

酵母水解液（Yeastolate）　用美国 Difco 公司出产的 Tc Yeastolate 配制成 10% 溶液。

YFG 为 10% 的酵母水解液溶液、胎牛血清、Grace 溶液等量混和。

假卵制作　参照 Rajendram 和 Hagen（1974）的方法滴制假卵，卵内包含待测液体。

产卵试验　新羽化雌蜂喂以 10% 葡萄糖液后引入 7×1 厘米的指管，管内放入滴有 3 粒假卵的卵卡一片，假卵直径为 2.5—3 毫米，高 2 毫米。每指管引入雌蜂 30 头。在 27℃，R. H. 70% 恒温箱内，弱光条件下产卵 22 小时，解剖镜下检查产卵数。

选择产卵试验　将 4 种待测液的假卵同滴于一张卵卡上，每种待测液滴一粒。假卵随机排列。在 7×1 厘米的指管内放入卵卡一片，引入雌蜂 30 头。产卵条件同上。

结 果 和 讨 论

试验 1、赤眼蜂对各种氨基酸的产卵反应

测试了 20 种不同浓度的 l 型氨基酸，它们的最低浓度一般接近于柞蚕蛹血淋巴中游离氨基酸含量（Mansingh, 1967），上限比此高 3—15 倍。溶液配好后用 1N KOH 或 1N HCl 调 pH 至 6.8。测定结果见表 1。在测定的 20 种氨基酸中，赤眼蜂只在亮氨酸、苯丙氨酸、异亮氨酸中产了较多的卵，当其浓度各为 1,060，1,600，1,600 毫克/100 毫升时，每粒假卵内的平均产卵量分别为 515，548.3，445.1 粒。前 2 种氨基酸的产卵量与血淋巴相似（各自的 t 值为 1.1484，1.6475，差异不显著）。后 1 种的产卵量低于血淋巴（t=5.2，差异显著）。由表 1 看出，赤眼蜂对这 3 种氨基酸的反应幅度很大。产卵的下限浓度很接近，为 100—150 毫克/100 毫升。产卵量明显下降的浓度有差异，各为 200，400，800 毫克/100 毫升。产卵稍有效果的氨基酸只有组氨酸，且只在高浓度时才有少量卵产入。不促使产卵的氨基酸有丙氨酸（100，150，450，900）*，赖氨酸（50，150，450），酪氨酸（10，50，150），丝氨酸（50，150，300，850），精氨酸（50，150，450），谷氨酸（50，100，150，450），苏氨酸（50，150，600），天门冬酰胺（50，150，600），天门冬氨酸（5，15），蛋氨酸（50，150，600），谷酰胺（10，15，45），甘氨酸（5，15），脯氨酸（15，30，60），胱氨酸（5，15），缬氨酸（15，30，76），色氨酸（6，15，45）16 种。

此结果说明，并非所有氨基酸都有促使本种赤眼蜂产卵的作用。促使产卵的只有亮氨酸、苯丙氨酸和异亮氨酸，在测定的浓度范围内，浓度愈高，产卵量也愈高。在组氨酸内

---

* 括号内为测定浓度（毫克/100 毫升），下同。

表 1　松毛虫赤眼蜂在各种氨基酸中的产卵量

测定溶液 种类	测定溶液 浓度（毫克/100 毫升）	卵粒寄生率（%）	每粒假卵中平均产卵数（N = 15）
亮氨酸	1060	100	515　(7—972)
	800	66.7	487　(0—957)
	400	86.7	306.5(0—639)
	200	35.7	32.1(0—177)
	100	0	0
苯丙氨酸	1600	90.0	548.3(0—950)
	1060	100.0	283.4(61—669)
	800	100.0	281.6(34—625)
	400	60.0	69.7(0—530)
	200	13.3	0.9(0—7)
	100	0	0
异亮氨酸	1600	100.0	445.1(42—1011)
	800	100.0	131.3(11—364)
	320	5.3	0.5(0—6)
	150	0	0
组氨酸	1600	50.0	68.6(0—271)
	600	22.5	13.9(0—98)
	320	0	0
	150	0	0
血淋巴		100.0	626.9(256—1012)

注：试验重复 5 次，每次 3 卵。括号内为变化范围。

产卵的是部分个体。已知柞蚕蛹血淋巴是本种赤眼蜂产卵的良好基质。但对血淋巴中何种物质促使产卵至今尚缺乏研究。Arther 等（1968，1972）分离了寄主血淋巴的各成分，证实了促使姬蜂 *Itoplectis conquisitor* 产卵的是血淋巴中的氨基酸，并人工配制了由丝氨酸、精氨酸、亮氨酸和氯化镁组成的溶液，产卵的效果优于血淋巴。我们的结果证实氨基酸也是促使松毛虫赤眼蜂产卵的主要因素。用亮氨酸或苯丙氨酸配成的溶液可以获得与血淋巴相似的产卵量。

值得注意的是产卵效果好的 3 种氨基酸在柞蚕蛹血淋巴游离氨基酸中含量都是最低的。而血淋巴中含量高的氨基酸如谷酰胺、赖氨酸、脯氨酸、丝氨酸、苏氨酸和组氨酸都不促使产卵或效应很差。这说明配制有效产卵溶液时只根据寄主血淋巴中氨基酸的比例未必合适。

试验 2、赤眼蜂对氨基酸混合溶液的产卵反应

共测定了 9 种氨基酸混合液。它们的配制和产卵效应列于表 2。表中组成氨基酸混合液 2 和 3 的氨基酸也是柞蚕蛹血淋巴中含量高的氨基酸，而混合液 4 则由血淋巴中含量低的氨基酸组成，赤眼蜂在这 3 种混合液中都未产卵。这表明试验 1 中那些对产卵无效应的氨基酸混合(即使是血淋巴中高含量的氨基酸种类的混合)不能改善产卵效果。氨基酸混合液 5 的组成与 Arther（1972）所配制的相同，它对姬蜂 *I. conquisitor* 的产卵效

表 2　松毛虫赤眼蜂在氨基酸混合液中的产卵量*

测定溶液		卵粒寄生率（%）	每粒假卵中平均产卵量（N = 15）
名　称	氨基酸种类和浓度（毫克/100 毫升）		
氨基酸混合液 1	亮氨酸 1800，苯丙氨酸 1200 组氨酸 1400	100	688.5(345—1200)
氨基酸混合液 2	赖氨酸 600 丝氨酸 950，组氨酸 850，脯氨酸 2700，苏氨酸 900，丙氨酸 1200	0	0
氨基酸混合液 3	谷氨酸 500，谷氨酰胺 750	0	0
氨基酸混合液 4	胱氨酸 250，酪氨酸 50，蛋氨酸 100，色氨酸 50	0	0
氨基酸混合液 5	精氨酸 900，丝氨酸 530，亮氨酸 850，氯化镁 750	0	0
5% 水解酪蛋白液		10	0.57(0—4)
1%Tc 199		0	0
Grace 昆虫组织培养液**		20	21.3(0—223)
基本培养液***		100	431.9(98—804)
血淋巴		100	626.9(256—1012)

* 每溶液试验重复 5 次，每次 3 个卵。括号内为变化范围。
** Grace 昆虫组织培养液配制见 Grace，1962。
*** 基本培养液配制见巫之馨等，1982。

果极好，但赤眼蜂在其内却未产卵。由于其中虽含亮氨酸，但可能是又含氯化镁而受到影响。本种赤眼蜂在 Grace 液和 5% 水解酪蛋白液中产卵很少。这 2 种溶液由多种氨基酸组成，但分析其中促使产卵的 3 种氨基酸的浓度却很低。然而它们却能促使 *T. californicum* 产入较多的卵（Rajendram，1978），显然赤眼蜂的种间差异是存在的。从表 2 可见产卵量高的溶液只有基本培养液和氨基酸混合液 1，前者是氨基酸、糖、维生素、盐、有机酸的混合液，赤眼蜂产入每个假卵中的卵量平均为 431.9 粒，仅略低于血淋巴（$t=2.1$，差异显著）。氨基酸混合液 1 由亮氨酸、苯丙氨酸、组氨酸组成。在每个假卵中的产卵量平均为 688.5 粒，与血淋巴的卵量相似（$t = 0.65$，差异不显著）。将该溶液稀释后进行产卵量比较，见到稀释 1 倍的和稀释 3 倍的产卵量比未稀释的有增加，稀释 3 倍的显著高于未稀释的（$t = 2.07$，差异显著）。与产入血淋巴的卵量比较，则二者均高于血淋巴（$t_1 = 2.36$，$t_3 = 2.63$，差异显著）由表 3 还可看出，稀释 6 倍的产卵量明显下降，稀释 10 倍的接近无效。

用选择产卵试验比较了氨基酸混合液 1、亮氨酸、苯丙氨酸、组氨酸的产卵效果。产卵效果最好的为氨基酸混合液 1，依次为亮氨酸、苯丙氨酸、组氨酸(表 4)。

Rajendram（1974，1978）对促使 *T. californicum* 在假卵内产卵的物质基础的探讨已如上述，我们的试验进一步明确了引起松毛虫赤眼蜂产卵反应的主要物质基础是 3 种氨基酸。所配制的氨基酸混合液 1 和基本培养液可以代替昆虫血淋巴作为产卵溶液，收集大量蜂卵。

试验 3　赤眼蜂对盐类溶液的产卵反应

测定盐液包括 KCl，NaCl，尼氏盐，$MgSO_4$，豪氏盐，$MgCl_2$。赤眼蜂只在前 3 种盐

表 3　氨基酸混合液 1 稀释后的产卵效应*

稀释倍数	卵粒寄生率（%）	每粒假卵中平均产卵数（N = 15）
0	100	688.5(345—1200)
1	100	855.6(553—1116)
3	100	878.7(481—1568)
6	100	387.5(133—1001)
10	6.7	0.3(0—4)
血淋巴	100	626.9(256—1012)

* 每溶液试验重复 5 次，每次 3 卵。括号内为变化范围。

表 4　几种氨基酸溶液的选择产卵比较*

测定溶液			卵粒寄生率（%）	每粒假卵内平均产卵数（N = 20）**
编号	名称	种类和浓度(毫克/100 毫升)		
A	氨基酸混合液 1	亮氨酸 900，苯丙氨酸 600，组氨酸 700	100	1145.2(366—1802)
B	亮氨酸	800	100	427.4(124—706)
C	苯丙氨酸	800	100	123.0(22—355)
D	组氨酸	800	80	12.4(0—33)

* 对 A、B、C、D 产卵数进行 F 和 Q 测定，A 与其它溶液的差异均显著。B 与 C，D；C 与 D 差异不显著。
** 每组试验重复 5 次，括号内为变化范围。

液和低浓度的 $MgSO_4$ 溶液中产极少的卵。在所测定的浓度范围内，不同浓度之间无明显差异(表 5)。

试验 4　糖类、维生素、RNA 等溶液的产卵效果

本试验测定的组分是在规定饲料中常用的。包括混合糖液（2000，200）*，葡萄糖（2000，200），果糖（2000，200），蔗糖（2000，200），肝糖（2000，200），海藻糖（2000，1000，500，20），复合维生素**，有机酸**，维生素 C(300)，RNA(50)。赤眼蜂在所有这些组分内均未产卵。海藻糖是昆虫的血糖，尤其是在鳞翅目昆虫中含量较高，但赤眼蜂产卵时并未对此有特别的适应。RNA 虽对 *T. californicum* 的产卵有促进作用，但对松毛虫赤眼蜂无效。

试验 5　松毛虫赤眼蜂对人工饲料中常用营养组分的产卵反应

表 6 所测定的各种组分是配制人工饲料所需要的（巫之馨等，1982）。它们的化学成分比较复杂。在这些组分中，酵母水解液的产卵量最高，每假卵内平均产入 295.7 粒，但低于产入血淋巴的卵量。产入鸡蛋黄、牛血清、鸡胚提取液、酵母提取液内的卵量是很低的。而在蛋白胨液、水解乳白蛋白液、麦芽制品液、牛奶内未见产卵。

测定表明人工饲料常用组分除酵母水解液外都不促使产卵，因此必需考虑加入有效的产卵物质才能保证人工饲料有良好的产卵效果。

试验 6　基本培养液中加入其它组分后对产卵的影响

* 括号内为测定浓度(毫克/100 毫升)，下同。
** 混合糖复合维生素和有机酸配制浓度见 Grace，1962。

表 5 松毛虫赤眼蜂在不同种类和浓度的溶液内的产卵量

测定溶液 种类	测定溶液 浓度(毫克/100毫升)	卵粒寄生率 (%)	每粒假卵中平均产卵数 (N = 27)***
KCl	100	3.7	0.04(0—1)
	210	22.2	1.85(0—35)
	430	3.7	0.04(0—1)
	850	62.9	13.37(0—104)
	1,280	14.8	1.22(0—12)
	1,700	59.3	17.9 (0—120)
	3,000	0	0
NaCl	210	7.4	0.25(0—5)
	430	11.1	0.26(0—3)
	850	22.2	0.63(0—7)
	1,280	18.5	0.59(0—7)
	1,700	0	1.07(0—12)
$MgSO_4$	140	10.0	1.60(0—15)
	280	0	0
	700	0	0
	1,400	0	0
尼氏盐*	750	5.0	0.2(0—4)
豪氏盐**	750	0	0
$MgCl_2$	240	0	0
蒸馏水	0	0	0

* 尼氏盐: $NaCl_2:KCl:CaCl_2:NaHCO_3 = 75:1:2:2$。

** 豪氏盐: $K_2HPO_4:CaCl_2:MgSO_4:NaH_2PO_4:FeCl:MnSO_4:ZnCl_2:CuSO_4:CoCl_2 = 600:488:210:838:288:6:114:900:77$。

*** 每溶液试验重复 9 次,每次 3 卵。括号内为变化范围。

试验 5 明确了人工饲料中常用组分并不促使赤眼蜂产卵，但它们在饲料中是否起抑制产卵作用尚不明确。因此本试验用在人工饲料中产卵效果好的基本培养液分别加入另一成分作产卵试验。表 7 结果表明，当基本培养液的用量占 80% 时，加入另一成分如蛋白胨,酵母液,鸡蛋黄，鸡胚，牛血清，酵母水解液，YFG，牛奶都不降低基本培养液的产卵效果 (t 测定,差异不显著)。表 7 中,产入含人工饲料假卵的卵量平均为 118.5 粒,明显低于基本培养液 ($t = 4.18$，差异显著)。由于组成人工饲料的鸡蛋黄、牛奶等成分不影响产卵,因此人工饲料产卵量下降的原因可能是基本培养液的含量过低。用 20% 基本培养液进行产卵试验，产卵量比未稀释的下降了 96.8%。 这说明保持人工饲料中有效氨基酸的含量对获得较好的产卵效果是重要的。

测定中发现,基本培养液 80% 加入 20% 的鸡胚提取液,或鸡蛋黄,或牛奶,或酵母水解液的溶液能使卵发育到幼虫,因而它们用于大量蜂卵的收集就更具有实际使用价值。

试验 7 假卵卵粒大小对赤眼蜂产卵的影响

使用柞蚕蛹血淋巴分别滴成大型 (4 毫米直径),中型 (1.5 毫米直径),小型 (0.8 毫米直径)，微型 (0.4 毫米直径) 假卵。 在不同大小的假卵中产入的卵量见表 8，此结果说明

表 6　松毛虫赤眼蜂在人工饲料常用组分内的产卵量*

测定溶液		卵粒寄生率（%）	每粒假卵中平均产卵数（N = 15）**
种类	浓度(毫克/100 毫升)		
酵母水解液 (Yeastolate)	4000	100	295.7(184—489)
	1000	100	124.7(34—358)
鸡蛋黄	320	100	50.1(21—84)
	160	86.7	21.9(0—40)
牛血清	原液	73.3	39.9(0—201)
鸡胚提取液	原液	46.7	19.0(0—88)
酵母提取液	200	33.3	10.6(0—68)
牛奶液	1500	0	0
	750	13.3	2.8(0—35)
蛋白胨液	1300	0	0
麦芽制品液	100	0	0
水解乳白蛋白液	1300	0	0
血淋巴	原液	100	456.2(154—1103)

* 表内各组分的配制方法见巫之馨等，1982。
** 每溶液试验重复 5 次。

表 7　基本培养液加入其它组分后对产卵的影响*

测定溶液		卵粒寄生率（%）	每粒假卵中平均产卵数（N = 15）***
序号	种类		
0	基本培养液**	100	431.9(98—804)
1	基本培养液 80%＋蛋白胨液 20%	100	371.1(107—552)
2	基本培养液 80%＋酵母液 20%	100	271.2(68—737)
3	基本培养液 80%＋鸡蛋黄 20%	100	354.1(195—544)
4	基本培养液 80%＋鸡胚 20%	100	619.3(97—1406)
5	基本培养液 80%＋牛血清 20%	100	362.1(58—1036)
6	基本培养液 80%＋YFG20%	100	400.2(150—640)
7	基本培养液 80%＋酵母水解液 20%	100	449.9(181—693)
8	基本培养液 80%＋牛奶液 20%	100	530.6(239—790)
9	基本培养液 20%＋水 80%	40.0	13.7(0—72)
10	人工饲料**	91.7	118.5(31—248)

* t 测定　$t_1 = 0.8175$；$t_2 = 1.774$；$t_3 = 0.9040$；$t_4 = 1.4768$；$t_5 = 0.7740$；$t_6 = 0.440$；$t_7 = 0.2345$；$t_8 = 1.2554$，差异均不显著
** 人工饲料和基本培养液配制见巫之馨等，1982。
*** 每溶液试验重复 5 次。

假卵在一定体积以上时，本种赤眼蜂产卵并不因卵粒的增大而增加。但更适应于 0.8—1.5 毫米直径的假卵。在微型假卵内产卵量减少约 7 倍。造成减少的原因可能是多方面的。在天然小型寄主卵如米蛾或麦蛾卵中，一般只产 1—2 粒或稍多一点，Salt (1937) 曾

表 8 松毛虫赤眼蜂在不同大小的假卵内的产卵量

卵粒类型	卵粒直径（毫米）	卵粒寄生率（%）	每粒假卵内平均产卵数 (N = 15)*
大型	4.0	100	217.6(155—256)
中型	1.5	100	370.3(172—721)
小型	0.8	100	356.8(91—856)
微型	0.4	100	46.5(13—132)

* 注解如前。

提出，广赤眼蜂能根据先产卵的雌蜂遗留的气味和产卵器对卵内物质变化的感受而拒绝再产卵。 Klomp (1980) 支持这一假设。 据我们的试验， 产在假卵内的最高卵量曾达1,802 粒(表 4)，如以松毛虫赤眼蜂的平均产卵量 70—80 粒计算，这将是由数十头雌蜂反复产卵的结果。因而雌蜂在小型 (0.8 毫米直径)以上的假卵内产卵是不能控制的。 但在微型假卵内，产卵量一般仅为 30—60 粒，最多 132 粒，是有控制的。控制的原因与卵表面留有某种气味看来无关。因在已产了足够卵量的假卵上，雌蜂仍不断将产卵器刺入卵内，但并不产卵。可见产卵量的控制与产卵器的感觉作用直接有关。有可能是产卵器接受了卵内压力的变化而不再产卵。

试验 8 赤眼蜂对假卵内含物的辨识行为

用蒸馏水和血淋巴分别滴制假卵，每卵卡滴 1 粒，放入 7×1 厘米指管内引入雌蜂 2 头，观察半小时内雌蜂的产卵行为。 其活动的过程包括： 1) 寻找寄主； 2) 在卵面爬行并同时用触角敲击卵面； 3) 产卵器刺入卵内； 4) 产卵。 由表 9 看出，雌蜂发现血淋巴假卵的时间为 160 秒，比发现蒸馏水假卵快 2.5 倍。发现假卵后，雌蜂便不停地用触角敲击卵面并很快将产卵器刺入卵内，这一行为在 2 种假卵上是相似的，未发现在假卵上只行触角敲击后就离开的现象。而第 3 过程则显示明显差异。雌蜂将产卵器刺入蒸馏水假卵后会很快拔出，停留时间都不超过 60 秒。其中又以停留 30 秒的次数为多。相反，产卵器刺入血淋巴假卵后并不立即拔出，停留时间都在 60 秒以上，其中停留 300 秒以上的次数占 50%。 经检查只在血淋巴内产了卵，不在蒸馏水内产卵。

表 9 松毛虫赤眼蜂在内含物不同的假卵内产卵器刺入次数与时间

溶液种类	观察卵数	雌蜂发现假卵的时间（秒）	产卵器停留在假卵的时间和刺入次数					产卵总数
			30 秒	31—60 秒	66—300 秒	300 秒以上	总刺入次数	
蒸馏水	5	400	28	2			30	0
血淋巴	5	160			8	8	16	319

观察表明，触角感知对尽早发现寄主卵是有作用的。 但触角敲击卵面的动作对决定雌蜂产卵所起的作用很小，而产卵器刺入卵内试探对产卵则很关键。在蒸馏水假卵内，由于不适的刺激使产卵器很快拔出。但拔出后又很快再刺入。 因而在一定时间内，刺入总次数多。而在血淋巴内产卵器并不立即拔出，停留 60 秒以上显然表明排卵需要时间。

了解促使松毛虫赤眼蜂产卵的物质基础，使我们有可能配制较为合理的产卵溶液，也可改善人工饲料的产卵效果，对于人工培养赤眼蜂具有一定意义。 但赤眼蜂在产卵行为上存在种间差异，因此对它种赤眼蜂的产卵机制需要另加研究。

参 考 文 献

巫之馨等 1982 以无昆虫物质的人工饲料培育松毛虫赤眼蜂幼虫。昆虫学报 **25**(2)：128—34。

刘文惠等 1982 以不含昆虫物质的人工饲料培育赤眼蜂工作进展。昆虫学报 **25**(2)：160—63。

陆文卿等 1979 赤眼蜂的产卵行为。昆虫学报 **22**(3)：361—3。

Arther. A. P. 1966 Associative learning in *Itoplectis conquisitor* (*Say*) (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Can. Ent.* **98**: 213—23.

Arther, A. P. et al. 1969 Component of the host haemolymph that induces oviposition in a parasitic insect. *Nature* **223**: 966—67.

Arther, A. P. et al. 1972 A chemically defined, synthetic medium that induces oviposition in the parasite *Itoplectis conquisitor* (*Hymenoptera: Ichneumonidae*). *Can. Ent.* **104**: 1251—8.

Corbet, Sarah A. 1971 Mandibular gland secretion of larvae of the flour moth, *Anagasta kuehniella*, contains epideictic pheromone and elicits oviposition movements in a hymenopteran parasite. *Nature*. **232**: 481—4.

Dethier, V. G. 1947 The response of hymenopterous parasites to chemical stimulation of the ovipositor. *J. exp. Zool.* **105**: 199—207.

Grace, T. D. C. 1962 Establishment of four stains of cells from insect tissues grown in vitro. *Nature* **195**: 788—9.

Hagen, K. S. and R. L. Tassan. 1965 A method of providing artificial diets to *Chrysopa* larvae. *J. Econ. Ent.* 58(5): 999—1000.

Klomp, H. et al. 1980 The discrimination between parasitized and unparasitized hosts in the egg parasite *Trichogramma embryophagum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae): A matter of learning and forgetting. *Netherlands J. Zool.* **30**(2): 254—77.

Laing, J. 1937 Host finding by insect parasites. 1. Observation on finding of hosts by *Alysia manducator*, *Mormoniella vitripennis* and *Trichogramma evanescens*. *J. anim. Ecol.* **6**: 298—317.

Mansingh A(Ajai). 1967 Changes in the free amico acids of the haemolymph of *Antheraea pernyi* during induction and termination of diapause. *J. Insect. Physiol.* **13**(11): 1645—55.

Rajendram, G. F. and K. S. Hagen. 1974 *Trichogramma* oviposition into artificial substrates. *Environ. Ent.* **3**(3): 399—401.

Rajendram, G. F. 1978a Some factors affecting oviposition of *Trichogramma californicum* (Hymenoptera Trichogrammatidae) in artificial media. *Can. Ent.* **110**(4): 345—2.

Rajendram, G. F. 1978b Oviposition behavior of *Trichogramma californicum* on artificial substrates. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* **71**(1): 92—4.

Salt, G. 1935 Experimental studies in insect parasitism III. Host selection. *Proc. Roy. Soc. London, Ser. B.* **117**: 413—5.

Salt, G. 1937 Experimental studies in insect parasitism V. The sense used by *Trichogramma* to distinguish between parasitized hosts. *Proc. R. Soc*(B): **122**: 57—75.

Vinson, S. B. et al. 1965 A method of host selection by *Cardiochiles nigriceps*. *J. econ. Ent.* **58**: 869—71.

Wylie, H. G. 1965 Discrimination between parasitized and unparasitized house fly pupae by females of *Nasonia viteipennis Walk*. *Can. Ent.* **97**: 279—86.

OVIPOSITIONAL RESPONSE OF *TRICHOGRAMMA DENDROLIMI* TO THE CHEMICAL CONTENTS OF ARTIFICIAL EGGS

WU ZHI-XIN QIN JUNDE
(*Institute of Zoology, Academia Sinica*)

Experiments were carried out to test the influence of the chemical contents of the artificial eggs upon the ovipesitional response of the egg parasite *Trichogramma dendrolimi*. The results showed that among the 20 l-amino acids tested only leucine, phenylalanine and isoleucine could induce oviposition; the former two amino acids had effects quite similar to that of the pupal haemolymph of the oak silkworm *Antheraea pernyi* whereas isoleucine was less potent. The optimal concentrations of these three amino acils for this purpose were found to be 200, 400 and 320 mg/100 ml respectively. The female wasp would oviposit even if the concentrations were elevated to higher levels. Occasionally histidine could also induce oviposition. The mixture of leucine, phenylalanine and histidine gave better results than each of the amino acids used alone and their optimal concentrations in the mixture were 600, 400 and 425 mg/100 ml respectively. In this case each artificial egg would receive 878.7 wasp eggs in average, and the result was better than that when pupal haemolymph of the oak silkworm was used.

In addition to the amino acids tested, salts, sugars, organic acids and vitamines were also tried. But they did not induce oviposition in this species. Some organic materials which were used in compounding the culturing media for the larvae such as chicken embryo extract, chicken egg yolk, bovine serum, yeast extract, etc. were less potent in inducing oviposition; and when they were mixed with the basic culturing medium, they would not detract the potency of oviposition induction of the amino acids. The basic culturing medium containing a small amount of chicken embryo extract, milk or chicken egg yolk had an inducing potency approximately equal to that of pupal haemolymph of the oak silkworm. Since this modified culturing medium can ensure the survival of the wasp eggs and larval development it can be used for obtaining wasp eggs after being incorporated into the artificial eggs.

Experiments with the artificial eggs showed that the female wasps could detect the chemical nature of the contents of the artificial eggs with sensilla on the ovipositors and the role played by antennae in sensory detection had little concern with the number of eggs laid. The influence of the size of the artificial eggs on the number of eggs laid would manifest only when the artificial eggs were below certain dimensions and the response was brought forth perhaps through sensory detection of the contents of the artificial eggs.